

# Ekologia

## martwa materia organiczna w ekosystemach i dekompozycja

Ryszard Laskowski

1/32

---

---

---

---

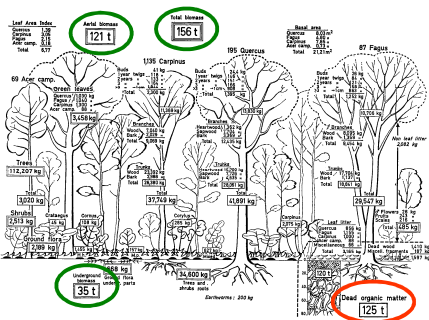
---

---

---

---

### Rozmieszczenie materii organicznej (na ha) w ekosystemie – las liściasty w Belgii



Duvigneaud i Denayer-De Smet, 1970

2/32

---

---

---

---

---

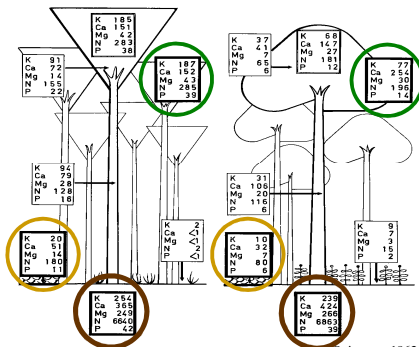
---

---

---

### Rozmieszczenie biogenów w ekosystemie ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Las bukowy (GB)    Las kasztanowcowy (GB)



Whittington, 1962

3/32

---

---

---

---

---

---

---

---



### Skład chemiczny ściółki. I. Substancje organiczne

Rodzaj związków	Zawartość (%)	Uwagi
Rozpuszczalne w wodzie	6 – 32	aminokwasy, kwasy alifatyczne, cukry proste, taniny
Rozpuszczalne w alkoholu	3 – 13	pigmenty, żywice, woski, tłuszcze
Celuloza	15 – 60	
Hemicelulozy	10 – 30	
Lignina	5 – 30	

7/32

---

---

---

---

---

---

---

---

### Skład chemiczny ściółki. II. Biogeny

Pierwiastek chemiczny	Zawartość (%)
N	0,34 – 1,05
P	0,02 – 0,42
K	0,04 – 0,78
Ca	0,44 – 1,46
Mg	0,03 – 0,40
Mn	0,07 – 0,34
Zn	0,006 – 0,03

8/32

---

---

---

---

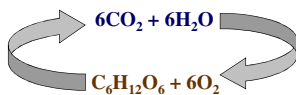
---

---

---

---

### Dekompozycja martwej materii organicznej



- Dekompozycja = fizykochemiczna i biologiczna degradacja materii organicznej:
  - mikroorganizmy (bakterie, grzyby) → rozkład biologiczny
  - fauna glebowa (głównie bezkręgowce) →
    - rozdrabnianie resztek roślinnych i zwierzęcych
    - dyspersja mikroorganizmów
    - środowisko życia
    - zerowanie na mikroorganizmach → wpływ na tempo rotacji
    - mieszanie materii organicznej z glebą mineralną

9/32

---

---

---

---

---

---

---

---

### Rozkład ściółki – kluczowe procesy

- **Wymywanie**
  - proces fizykochemiczny; ewentualny udział organizmów przez rozdrabnianie ściółki
- **Właściwa dekompozycja**
  - proces biologiczny; głównie mikroorganizmy glebowe (procesy enzymatyczne)
- **Polimeryzacja**
  - proces najprawdopodobniej zdominowany przez oddziaływanie czynników fizycznych i chemicznych
- **Mineralizacja**
  - ostateczny skutek procesu rozkładu (ale nie zawsze osiągnięty)

10/32

---

---

---

---

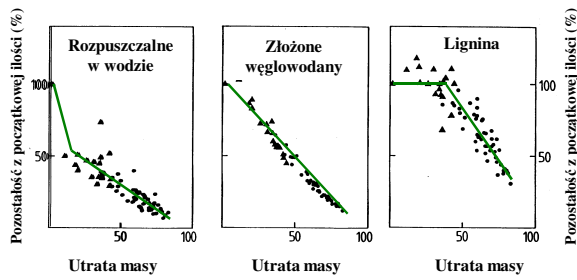
---

---

---

---

### Ubytek różnych składników ściółki z postępowaniem dekompozycji



11/32

---

---

---

---

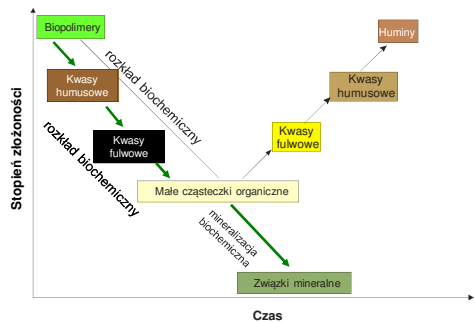
---

---

---

---

### Pochodzenie substancji próchnicznych i mineralizacja – alternatywne hipotezy



12/32

---

---

---

---

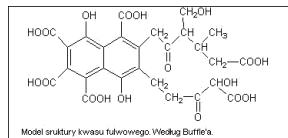
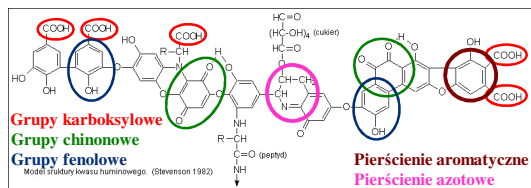
---

---

---

---

## Struktura kwasów humusowych i fulwowych



13/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tempo dekompozycji – metodyka

- **Metody badań (terenowe i laboratoryjne):**
  - worki ściółkowe
  - dekompozycja materiałów standardowych
  - pomiar tempa respiracji
  - bilanse opad ściółki/depozyty materii organicznej
- **model Olsona (wykładniczy):**

$$dW/dt = kW \rightarrow W_t = W_0 e^{kt}$$
- $k = f(\text{AET, L, pH, N, P, S, K, ...})$
- czas połowicznego rozkładu ( $t_{50}$ ) i  $t_{95}$

14/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tempo dekompozycji różnych gatunków drzew leśnych strefy klimatu umiarkowanego

Gatunek	k	$t_{95}$
grab	-1,06	2,83
lipa	-0,91	3,30
dąb	-0,63	4,76
klon czerwony	-0,39	7,68
świerk	-0,30	10,00
sosna	-0,21	14,29
buk	-0,08	37,45

15/32

---

---

---

---

---

---

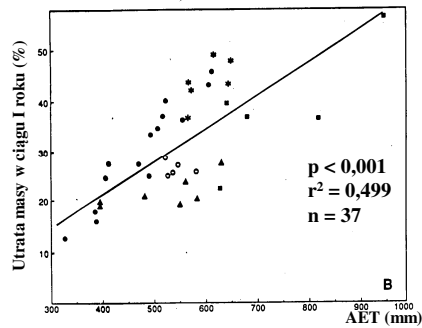
---

---

---

---

Podobnie jak produkcja, tempo dekompozycji zależy od rzeczywistej ewapotranspiracji...



16/32

---

---

---

---

---

---

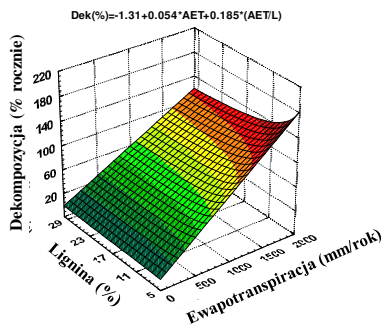
---

---

---

---

..., ale jest modyfikowane przez skład chemiczny ściółki, zwłaszcza przez zawartość ligniny.



17/32

---

---

---

---

---

---

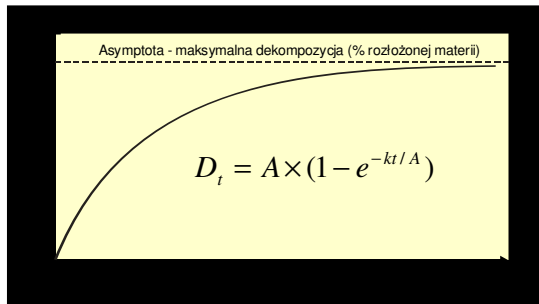
---

---

---

---

W rzeczywistości w wielu ekosystemach ściółka nie ulega całkowitemu rozkładowi



18/32

---

---

---

---

---

---

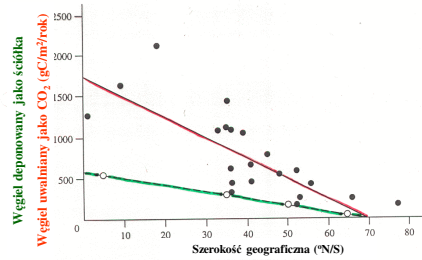
---

---

---

---

### Dynamika węgla w glebach leśnych w zależności od szerokości geograficznej



Zielona linia – węgiel deponowany jako ściółka;  
 Czerwona linia – węgiel uwalniany jako CO<sub>2</sub> z gleby.  
 Różnica pochodzi z respiracji korzeni oraz rozkładu glebowej materii organicznej (Schlesinger 1977)

19/32

---

---

---

---

---

---

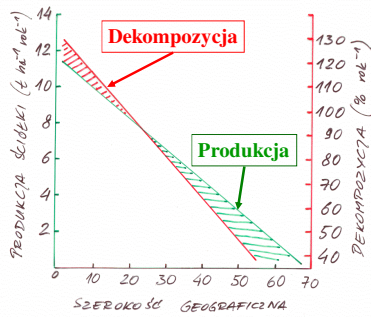
---

---

---

---

### Zależność produktywności oraz tempa dekompozycji od szerokości geograficznej



20/32

---

---

---

---

---

---

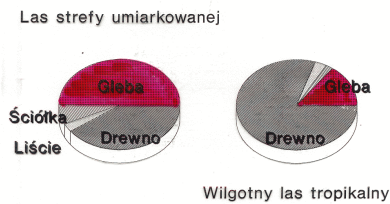
---

---

---

---

### Podział materii organicznej między pulę biotyczną i abiotyczną w lasach strefy umiarkowanej i tropikalnych



21/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Produkcja pierwotna i respiracja heterotrofów  
w różnych ekosystemach ( $\text{kcal m}^{-2} \text{rok}^{-1}$ )

Ekosystem	Produkcja pierwotna netto	Respiracja heterotrofów
młódzik sosnowy	7500	4600
las dębowy kilkudziesięcioletni	5000	3000
las deszczowy (starodrzew)	13000	13000
duży strumień	8800	6800
przybrzeżna część cieciszyny morskiej	2500	2500

22/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Tempo akumulacji materii organicznej  
w czasie pedogenezy

Biom	Ekosystem	Tempo akumulacji ( $\text{g C m}^{-2} \text{rok}^{-1}$ )
Lasy borealne	lasy świerkowe	11,7 – 15,3
Lasy klimatu umiarkowanego	las liściasty zawsze zielony	12,0
	lasy iglaste	6,8 – 10,0
Lasy tropikalne	las liściasty	5,1
	lasy deszczowe	2,3 – 2,5

23/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Rozmieszczenie materii organicznej  
pomiędzy najważniejszymi biomami

Typ ekosystemu	Glebowa mat. organiczna ( $\text{kg C m}^{-2}$ )	Powierzchnia ( $\text{ha} \times 10^6$ )	Całkowita glebowa m. o. ( $\text{t C} \times 10^9$ )	Całkowite zasoby ściółki ( $\text{t C} \times 10^9$ )
Lasy tropikalne	10,4	24,5	255	3,6
Lasy umiarkowane	11,8	12	142	14,5
Lasy borealne	14,9	12	179	24,0
Tundra i alpejskie	21,6	8	173	4
Rolnicze	12,7	14	178	0,7

24/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### Rozmieszczenie glebowego węgla organicznego w poszczególnych pasach klimatycznych

KLIMAT	Powierzchnia (% całkowitej)	C organiczny (kg m <sup>-2</sup> )	C organiczny (% zasobów)
tropikalny	42,1	10,3	27,5
subtropikalny	19,2	12,9	15,7
subborealny	16,5	14,6	15,2
borealny	17,8	31,1	35,1

pow = 34,3%  
C<sub>org</sub> = 50,3%

25/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Rozmieszczenie martwej materii organicznej na lądach

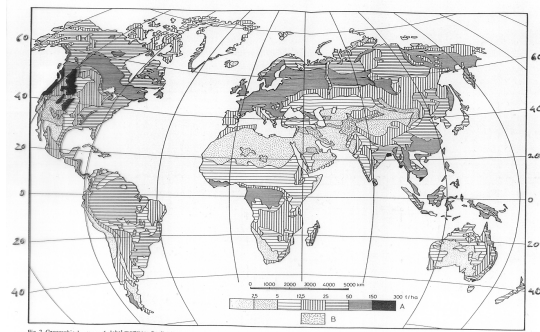


Fig. 2. Geographical pattern of global soil organic matter distribution.

26/32

---

---

---

---

---

---

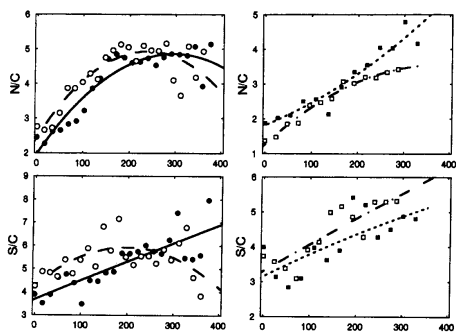
---

---

---

---

### Dynamika azotu i siarki w czasie dekompozycji



27/32

---

---

---

---

---

---

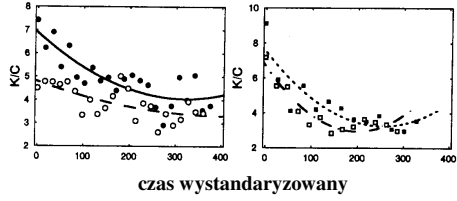
---

---

---

---

**Dynamika potasu jest z reguły odmienna:**



28/32

---

---

---

---

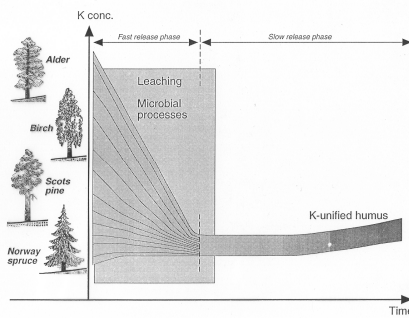
---

---

---

---

**Dynamika pierwiastków chemicznych w czasie dekompozycji ściółki (na przykładzie potasu)**



29/32

---

---

---

---

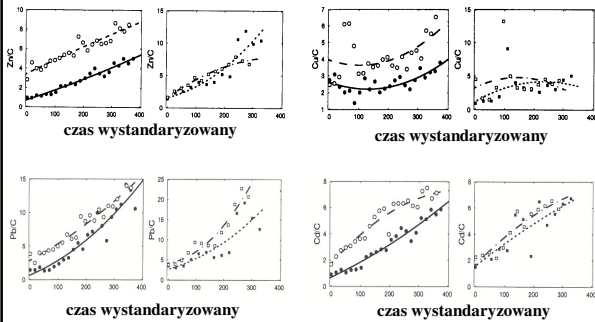
---

---

---

---

**Stężenie metali „ciężkich” zawsze rośnie**



30/32

---

---

---

---

---

---

---

---

### Skutek wzrostu stężenia toksycznych metali – akumulacja nie rozłożonej materii organicznej

ilość m. o. kg m <sup>-2</sup>	odl. od huty (km)	Cd mg kg <sup>-1</sup>	Pb mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Cu mg kg <sup>-1</sup>	pH
13,2	2,9	32,0	721	1884	47	6,30
8,3	2,5	23,0	1052	764	73	3,95
8,3	2,9	62,0	2179	2469	135	3,88
7,9	3,1	98,0	1545	2814	100	5,03
3,1	28,6	5,7	103	202	15	5,66
1,7	6,8	7,2	191	169	16	5,76
0,9	23,0	1,5	44	80	20	5,45

31/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Pobieranie biogenów przez drzewa względem zasobów ściółkowych

Gatunek	Biomasa	Pobieranie biogenów w ciągu 130 lat (kg ha <sup>-1</sup> )					
		N	P	K	Ca	Mg	Zn
<i>Fagus sylvatica</i>	125,0	154	11	123	130	27	0,8
<i>Pinus sylvestris</i>	194,8	202	22	104	288	46	0,9
<i>Populus tremuloides</i>	476,5	647	85	644	1970	127	-
<i>Picea abies</i>	618,3	637	68	406	668	93	3,3

Ściółka	Masa	Zasoby biogenów (kg ha <sup>-1</sup> )					
		N	P	K	Ca	Mg	Zn
	20,0	210	84	156	292	80	6,0

32/32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---